



IB/2004/052731

Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

REC'D 17 DEC 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03104817.6 ✓

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY



Anmeldung Nr:
Application no.: 03104817.6 ✓
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 19.12.03 ✓
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zur computergestützten Visualisierung von diagnostischen Bildern

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G06T/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Verfahren zur computergestützten Visualisierung von diagnostischen Bilddaten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur computergestützten Visualisierung eines dreidimensionalen anatomischen Objektes, wobei zumindest zwei diagnostische Bilddaten-
5 sätze des Objektes aufgenommen und verarbeitet werden.

Außerdem betrifft die Erfindung ein diagnostisches Bildgebungsgerät zur Durchführung des Verfahrens sowie ein Computerprogramm für ein solches diagnostisches Bildgebungsgerät.

10

Im Bereich der Angiographie werden heutzutage routinemäßig zweidimensionale Röntgenprojektionsverfahren zur Darstellung von Blutgefäßen durch Injektion geeigneter Kontrastmittel eingesetzt. In jüngerer Zeit gewinnen aber auch dreidimensionale angiographische Bildgebungsverfahren, wie z. B. die dreidimensionale Röntgenbildgebung (CT) oder auch die Magnetresonanzbildgebung (MR), zunehmend an Bedeutung.
15 Die mit solchen Methoden gewonnenen Volumenbilddaten enthalten interessante morphologische Informationen für die Diagnose von Gefäßerkrankungen, wie z. B. Stenosen oder Aneurysmen. Sowohl bei zwei- als auch bei dreidimensionalen medizinischen Bildgebungsverfahren ist die Visualisierung der aufgenommenen Gefäßstrukturen entscheidend, damit ein behandelnder Arzt schnell und zuverlässig potentielle Gefahren-
20 quellen (z. B. einen drohenden Infarkt, eine Thrombose oder einen drohenden Riss eines Aneurysmas) erkennen kann.

Moderne computergestützte Visualisierungsmethoden erlauben es einerseits, den Verlauf der Blutgefäße mit hoher Wiedergabegenauigkeit darzustellen, wobei gegebenenfalls
25 nicht zum interessierenden Gefäßsystem gehörende anatomische Strukturen ausgeblendet werden können. Außerdem sind computergestützte Visualisierungsverfahren ein nützliches Hilfsmittel bei der Planung von Interventionen, wie beispielsweise Linksherzkatheteruntersuchungen (PTCA).

Desweiteren sind zwei- und dreidimensionale Bildgebungsverfahren bekannt, die weniger dazu dienen, wie die oben beschriebenen Angiographieverfahren, die Morphologie von Blutgefäßen aufzuklären, sondern die es vielmehr ermöglichen, die Funktion eines Organs, wie beispielsweise des Herzens, zu untersuchen, welches von den entsprechenden Blutgefäßen versorgt wird. Solche Verfahren können ergänzend zu den angiographischen Verfahren zur Diagnose beispielsweise von koronaren Gefäßerkrankungen eingesetzt werden. Es sind Methoden bekannt, bei welchem Zeitserien von zwei- oder dreidimensionalen diagnostischen Bilddatensätzen des Herzens aufgenommen und ausgewertet werden, um Funktionsstörungen des Myokards aufzudecken. Hierzu werden in den aufgenommenen Bilddaten Bereiche des Myokards identifiziert, die von der normalen Funktion abweichen. Dies kann beispielsweise anhand von Herzwandverdickungen oder -verdünnungen oder auch anhand von beobachteten unnormalen Bewegungen der Herzwand beurteilt werden. Außerdem sind funktionale bildgebende Verfahren, wie z.B. das so genannte MR Perfusion Verfahren, bekannt, die eine Untersuchung der Durchblutung des Herzmuskels ermöglichen. Bei dem MR Perfusion Verfahren wird ein Parameterbild ausgehend von einer Zeitreihe von MR-Bildern erzeugt, wobei für jeden Bildpunkt berechnet wird, wie sich die Konzentration eines applizierten Kontrastmittels im Verlauf der Zeit an der Position des jeweiligen Bildpunktes verändert.

Zur Ermöglichung einer einfachen und zuverlässigen Diagnose ist es wünschenswert, bei der Visualisierung von diagnostischen Bilddaten morphologische (z. B. angiographische) Bilddaten mit funktionalen Bilddaten in einer gemeinsamen Darstellung zu kombinieren, und zwar derart, dass pathologische Veränderungen der Morphologie direkt mit entsprechenden Funktionsstörungen in Beziehung gebracht werden können. So soll beispielsweise eine Darstellung möglich sein, anhand welcher der behandelnde Arzt eine in einem angiographischen Bild erkennbare Stenose einer Fehlfunktion in einem entsprechenden Bereich des Herzmuskels zuordnen kann. Hierzu wird in der US 5 151 856 vorgeschlagen, ausgehend von dreidimensionalen diagnostischen Bilddatensätzen, die mittels MR oder CT aufgenommen werden, zunächst unter Einsatz eines Computers ein dreidimensionales Modell des untersuchten Herzmuskels zu berechnen.

Anhand dieses Modells wird sodann die Funktion in den verschiedenen Bereichen des Myokards untersucht. Zusätzlich werden zweidimensionale angiographische Projektionsbilder aufgenommen, welche eine zweidimensionale Darstellung der Morphologie der Koronarien gestatten. Schließlich wird das berechnete Modell des

5 Herzmuskels als dreidimensionale Darstellung visualisiert, wobei dieser Darstellung das aufgenommene Angiogramm überlagert wird. Dabei wird das Angiogramm geeignet skaliert und ausgerichtet, um die anatomischen Gegebenheiten so realitätsnah wie möglich wiederzugeben. Bereiche des Herzmuskels, in denen Funktionsstörungen identifiziert wurden, können gemäß dem vorbekannten Verfahren farbig hervorgehoben

10 werden. Somit ermöglicht es das bekannte Verfahren, sichtbaren morphologischen Veränderungen der Koronarien funktionale Störungen des Herzens direkt zuzuordnen.

Nachteilig ist bei dem vorbekannten Verfahren vor allem, dass die Überlagerung des zweidimensionalen Angiogramms und der dreidimensionalen Ansicht des Herzmodells

15 geometrisch nicht gut definiert ist, was zu Ungenauigkeiten und Fehlern führt, die sich bei der Diagnose negativ auswirken. Nachteilig ist ferner, dass die dreidimensionale Ansicht des Herzmodells, die bei dem vorbekannten Verfahren durch einen an sich bekannten sogenannten Rendering-Algorithmus erzeugt wird, suboptimal ist, um eine standardisierte Wiedergabe, z. B. in medizinischen Berichten, zu ermöglichen. Zudem

20 ist die Reproduzierbarkeit der dreidimensionalen Visualisierung nicht immer zufriedenstellend, da die konkrete Darstellung von einer Vielzahl individuell anpassbarer Parameter abhängt. Aus diesen Gründen sind solche dreidimensionalen Ansichten bei den involvierten Medizinern eher unerwünscht.

25 Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur computergestützten Visualisierung bereitzustellen, welches eine kombinierte Darstellung von zwei oder mehr diagnostischen Bilddatensätzen ermöglicht, wobei die Darstellung geometrisch wohl definiert und exakt reproduzierbar sein soll. Außerdem soll eine dreidimensionale Ansicht der in den Bilddatensätzen enthaltenen anatomischen Merkmale vermieden

30 werden.

Diese Aufgabe löst die Erfindung durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Gemäß der Erfindung werden zunächst zwei oder mehr diagnostische Bilddatensätze des zu visualisierenden anatomischen Objektes aufgenommen. Danach erfolgt die Definition einer Abbildungsvorschrift zur Abbildung der Bilddaten auf eine zweidimensionale

5 Darstellungsebene, wobei zur Definition der Abbildungsvorschrift in wenigstens einem der Bilddatensätze anatomische Merkmale des Objektes identifiziert werden.

Schließlich wird eine kombinierte zweidimensionale Darstellung durch Abbildung der zwei oder mehr Bilddatensätze gemäß der zuvor definierten Abbildungsvorschrift auf die gemeinsame Darstellungsebene berechnet.

10

Wesentlich ist, dass das erfindungsgemäße Verfahren vollständig auf die Erzeugung einer dreidimensionalen Ansicht des zu visualisierenden dreidimensionalen anatomischen Objektes verzichtet. Dadurch werden die oben beschriebenen Nachteile, die sich aus der dreidimensionalen Darstellung ergeben, weitgehend vermieden. Stattdessen

15 wird gemäß der Erfindung eine zweidimensionale Darstellung berechnet, und zwar nach Maßgabe einer Abbildungsvorschrift, die unter Berücksichtigung der sich aus den Bilddaten ergebenden Anatomie einheitlich und geometrisch wohl definiert für sämtliche gemeinsam zu visualisierende Bilddatensätze ermittelt wird. Die rein zweidimensionale Darstellung hat vor allem auch den Vorteil der standardisierten und

20 reproduzierbaren Wiedergebarkeit, beispielsweise in medizinischen Berichten.

Bei der Definition der Abbildungsvorschrift kann beispielsweise die Projektionsgeometrie für eine Projektion der Bilddaten auf die gemeinsame Darstellungsebene festgelegt werden. Hierbei kann das aus dem Stand der Technik an sich bekannte,

25 sogenannte „Soap-Bubble“-Verfahren in erweiterter Form zum Einsatz kommen (vgl. Etienne et al, „Soap-Bubble“ Visualization and Quantitative Analysis of 3D Coronary Magnetic Resonance Angiograms, Magnetic Resonance in Medicine, Band 48, Seite 658, 2002). Der Soap-Bubble Algorithmus erhält dann seine Parameter durch die erfindungsgemäße Identifizierung der in den aufgenommenen Bilddatensätzen

30 enthaltenen anatomischen Merkmale. Eine wichtige Grundidee der Erfindung ist es

demnach, die Definition der Abbildungsvorschrift nach Maßgabe der anhand der Bilddaten identifizierten Anatomie vorzunehmen. Dabei kann die Identifizierung der anatomischen Merkmale zur Definition der Abbildungsvorschrift sowohl interaktiv, beispielsweise durch einen Benutzer eines entsprechenden Bildgebungsgerätes, oder
5 auch automatisch mittels an sich bekannter Registrierungsalgorithmen, erfolgen.

Wichtig ist vor allem auch, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren – sowohl bei der Identifizierung der anatomischen Merkmale als auch bei der Berechnung der gemeinsamen zweidimensionalen Darstellung – die relative räumliche Anordnung der
10 von den aufgenommenen Bilddatensätzen jeweils abgedeckten Bildbereiche berücksichtigt wird. Die räumliche Positionierung der einzelnen Bildbereiche erfolgt im Rahmen der Planung der eigentlichen diagnostischen Bildaufnahme, z.B. bei der MR Bildgebung, zumeist nach der Aufnahme von so genannten Scout-Bilddatensätzen. Dies sind niedrig aufgelöste anatomische Bilddatensätze, die das gesamte interessierende
15 Untersuchungsvolumen abdecken. Die manuell oder automatische Positionierung der Bildbereiche anhand der Scout-Bilddatensätze liefert dann die notwendigen geometrischen Informationen, um die diagnostischen Bilddaten räumlich aufeinander abgleichen und erfindungsgemäß gemeinsam darstellen zu können.

20 Eine zweckmäßige Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich gemäß Patentanspruch 2, wobei zur Definition der Abbildungsvorschrift ein durch eine gekrümmte Oberfläche begrenztes Objektvolumen ermittelt wird, in welchem die in den Bilddatensätzen zu identifizierenden anatomischen Merkmale des Objektes enthalten sind. Die Oberflächenform des Objektvolumens kann dabei entsprechend der Form des
25 zu untersuchenden anatomischen Objektes, beispielsweise des Herzens oder eines anderen Organs, geformt sein. Die Oberfläche des Objektvolumens wird beispielsweise zunächst an die äußeren Konturen des anatomischen Objektes angepasst. Aus dem Ergebnis dieser Anpassung resultiert dann die Abbildungsvorschrift, nach welcher die in dem Objektvolumen enthaltenen anatomischen Merkmale, z.B. gemäß Patent-
30 anspruch 3, projiziert werden. Dabei werden die außerhalb des Objektvolumens liegenden Bilddaten ausgeblendet. Eine Möglichkeit der Anpassung einer gekrümmten

Oberfläche, die ein Objektvolumen begrenzt, an die Außenkonturen des zu untersuchenden anatomischen Objektes (des Herzens) ist in der oben zitierten Druckschrift von Etienne et al. beschrieben. Eine alternative Möglichkeit zur Berechnung der zweidimensionalen Darstellung besteht gemäß Patentanspruch 4 darin, nicht-kartesischen Oberflächenkoordinaten des Objektvolumens kartesische Koordinaten innerhalb der Darstellungsebene zuzuordnen. Das Objektvolumen kann beispielsweise eine ellipsoide Formgebung haben. Die Oberfläche des Ellipsoids lässt sich dann durch Polarkoordinaten parametrisieren. Zur zweidimensionalen Darstellung der Projektion auf die Oberfläche des Objektvolumens können besonders einfach die Polarkoordinaten in entsprechende kartesische Koordinaten umgesetzt werden. Dadurch ist die Abbildungsvorschrift geometrisch eindeutig definiert, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass Abstände zwischen anatomischen Merkmalen des Objektes nicht realitätsgetreu wiedergegeben werden. Im Prinzip kann jede Art der Abbildung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Einsatz kommen, durch welche eine beliebige gekrümmte Oberfläche im dreidimensionalen Raum auf eine zweidimensionale Darstellungsebene abgebildet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann gemäß Patentanspruch 5 mit Vorteil zur kombinierten Darstellung von morphologischen und funktionalen Bildinformationen in Bezug auf das untersuchte anatomische Objekt eingesetzt werden. Dabei ist die wohl definierte Abbildungsvorschrift zur Abbildung der Bilddaten auf die zweidimensionale Darstellungsebene Voraussetzung dafür, dass in den morphologischen Bilddaten erkennbare pathologische Veränderungen zuverlässig entsprechenden in den funktionalen Bilddaten zu erkennenden Störungen zugeordnet werden können. Die funktionalen Bildinformationen können, wie z.B. bei dem oben erwähnten MR Perfusion Verfahren, gemäß Patentanspruch 6 durch Auswertung von Zeitreihen von morphologischen Bilddaten des anatomischen Objektes gewonnen werden. Dies bietet sich insbesondere bei dem Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Untersuchung von koronaren Gefäßerkrankungen an, da sich, wie ausgeführt, Fehlfunktionen des Herzmuskels durch Beurteilung der Wanddicke und der Bewegung des Myokards gut ermitteln lassen.

Gemäß Patentanspruch 7 kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wenigstens einer der Bilddatensätze eine Schichtaufnahme des anatomischen Objektes umfassen. Demnach ist das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbar, um mehrere Schichtaufnahmen in einer gemeinsamen zweidimensionalen Darstellung zu kombinieren.

5

Gemäß den Patentansprüchen 8 und 9 können die Bilddatensätze bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mittels Computertomographie, magnetischer Resonanz oder Ultraschall aufgenommen werden. Dabei besteht insbesondere auch die Möglichkeit, verschiedene Bildgebungsmodalitäten zur Aufnahme der Bilddatensätze einzusetzen.

- 10 Gemäß der Erfindung können so beispielsweise mittels Ultraschall gewonnene Bilddaten mit MR-Bilddaten in einer gemeinsamen Darstellung kombiniert werden.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet sich ein diagnostisches Bildgebungsgerät gemäß Patentanspruch 10. Dieses weist Aufnahmemittel zur Auf-

- 15 nahme von dreidimensionalen Bilddatensätzen eines anatomischen Objektes und Computermittel zur Visualisierung der Bilddaten auf. Dabei sind die Computermittel mit einer Programmsteuerung versehen, mittels welcher das zuvor beschriebene Verfahren gemäß der Erfindung ausführbar ist.

- 20 Das erfindungsgemäße Verfahren kann den Benutzern von solchen diagnostischen Bildgebungsgeräten in Form eines entsprechenden Computerprogramms zur Verfügung gestellt werden. Das Computerprogramm kann auf geeigneten Datenträgern, wie z. B. CD-Rom oder Diskette gespeichert sein, oder es kann über das Internet auf die Computermittel des Bildgebungsgerätes heruntergeladen werden. Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen
- 25 erläutert.

Es zeigen:

- 30 Fig. 1: Schematische Darstellung des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2: MR-Gerät gemäß der Erfindung.

Die Figur 1 illustriert das erfindungsgemäße Verfahren anhand einer kardiologischen MR-Untersuchung zur Beurteilung der Morphologie und des Funktionszustands des Herzens eines Patienten. Das Verfahren beginnt mit der Aufnahme von verschiedenen diagnostischen Bilddatensätzen des Herzens. Die Figur 1 zeigt oben die Darstellung eines Bilddatensatzes 1, der mittels dreidimensionaler koronarer MR-Bildgebung (engl. „MR Coronary Artery Imaging“) aufgenommen wird. Der Verlauf der Koronarien 2 innerhalb des Bilddatensatzes 1 ist in der Figur 1 zu erkennen. Außerdem werden drei funktionale Schichtbilder 3, 4 und 5 des Herzmuskels mittels der oben erwähnten MR Perfusion Technik erzeugt. Die Schichtbilder 3, 4 und 5 geben für jeden Bildpunkt die jeweilige Durchblutung des Myokards in einer Ebene senkrecht zur Längsachse des Herzens wieder. Anhand der oberen und der mittleren Darstellung der Figur 1 ist zu erkennen, wie die Bilddatensätze 1, 3, 4 und 5 relativ zueinander innerhalb eines Untersuchungsvolumens 6 räumlich angeordnet sind. Diese relative räumliche Anordnung ist entweder durch die Planung der Bildaufnahme vorgegeben oder muss nachträglich, beispielsweise durch geeignete Registrierungsalgorithmen, ermittelt werden.

Die Definition einer Abbildungsvorschrift zur Abbildung der Bilddaten 1, 3, 4 und 5 auf eine zweidimensionale Darstellungsebene veranschaulicht die mittlere Darstellung der Figur 1. Zur Definition der Abbildungsvorschrift wird in dem Ausführungsbeispiel die Form, die Lage und die Orientierung eines ellipsoiden Objektvolumens 7 an die anatomischen Merkmale des Herzens, die sich aus den Bilddatensätzen 1, 3, 4 und 5 ergeben, angepasst. Die Längsachse des Ellipsoids 7 entspricht dabei etwa der Herzachse, und die Oberfläche des Ellipsoids 7 vollzieht grob die Außenkontur des Herzmuskels nach. Gemäß der Abbildungsvorschrift werden die in dem Objektvolumen 7 enthaltenen Bildinformationen der Datensätze 1, 3, 4 und 5 auf die Oberfläche des Ellipsoids 7 projiziert. Die ellipsoide Form ist hier nur zu Zwecken der Illustration gewählt. Andere Oberflächenformen können in Abhängigkeit von der zu untersuchenden Anatomie gewählt werden. Es können zur Definition der Abbildungsvorschrift beispielsweise auch die Koronarien 2 mittels eines geeigneten Registrierungsalgorithmus identifiziert werden.

Im nächsten Schritt erfolgt die eigentliche Visualisierung der Bilddaten, die in der unteren Darstellung der Figur 1 gezeigt ist. Es wird bei dem Ausführungsbeispiel eine kombinierte zweidimensionale Darstellung durch Abbildung der Bilddatensätze, 2, 3, 4 und 5 gemäß der zuvor definierten Abbildungsvorschrift auf eine gemeinsame Darstellungsebene 8 berechnet. Hierzu werden den Polarkoordinaten θ und φ durch welche die Oberfläche des ellipsoiden Objektvolumens 7 parametrisiert wird, kartesische Koordinaten innerhalb der Darstellungsebene 8 zugeordnet. In der zweidimensionalen Darstellung ist die Morphologie der Koronarien 2 gut zu erkennen. Insbesondere ist dieser Darstellung zu entnehmen, dass eines der Gefäße eine Stenose 9 aufweist. Die Projektionen der Schichtaufnahmen 3, 4 und 5 in die Darstellungsebene 8 zeigen in einem Bereich 10 eine mangelnde Durchblutung des Myokardgewebes. Der behandelnde Arzt kann also anhand der erfindungsgemäß erzeugten zweidimensionalen Darstellung direkt die pathologische Veränderung 9 der Funktionsstörung in den Bereichen 10 zuordnen.

Bei dem in der Figur 2 als Blockdiagramm gezeigten diagnostischen Bildgebungsgerät handelt es sich um ein MR-Gerät üblicher Bauweise. Das MR-Gerät besteht aus einer Hauptfeldspule 11 zur Erzeugung eines homogenen statischen Magnetfeldes in einem Untersuchungsvolumen, in welchem sich ein Patient 12 befindet. Das MR-Gerät weist des weiteren Gradientenspulen 13, 14 und 15 zur Erzeugung von Magnetfeldgradienten in unterschiedlichen Raumrichtungen innerhalb des Untersuchungsvolumens auf. Die Computermittel des dargestellten diagnostischen Bildgebungsgerätes bildet eine zentrale Steuerungseinheit 16, die über einen Gradientenverstärker 17 mit den Gradientenspulen 13, 14 und 15 verbunden ist. Dadurch wird der zeitliche und räumliche Verlauf der Magnetfeldgradienten innerhalb des Untersuchungsvolumens gesteuert. Zu den Bildaufnahmemitteln des MR-Gerätes gehört eine Hochfrequenzspule 18, die zur Erzeugung von Hochfrequenzfeldern im Untersuchungsvolumen und zum Empfang von MR-Signalen aus dem Untersuchungsvolumen dient. Die Hochfrequenzspule 18 steht über eine Sendeeinheit 19 mit der Steuerungseinheit 16 in Verbindung. Die von der

Hochfrequenzspule 18 aufgenommenen MR-Signale werden mittels einer Empfangseinheit 20 demoduliert und verstärkt und einer Rekonstruktions- und Visualisierungseinheit 21, die ebenfalls zu den Computermitteln des diagnostischen Bildgebungsgerätes gehört, zugeführt. Die von der Rekonstruktions- und Visualisierungseinheit 21
5 verarbeiteten MR-Signale können mittels eines Bildschirms 22 in der erfindungsgemäßen Weise dargestellt werden. Die Rekonstruktions- und Visualisierungseinheit 21 sowie die Steuerungseinheit 16 verfügen zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens über eine geeignete Programmsteuerung.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur computergestützten Visualisierung eines dreidimensionalen anatomischen Objektes, mit den folgenden Verfahrensschritten:
 - a) Aufnahme von zwei oder mehr diagnostischen Bilddatensätzen (1, 3, 4, 5) des Objektes;
 - 5 b) Definition einer Abbildungsvorschrift zur Abbildung der Bilddaten (1, 3, 4, 5) auf eine zweidimensionale Darstellungsebene (8), wobei zur Definition der Abbildungsvorschrift in wenigstens einem der Bilddatensätze (1) anatomische Merkmale (2) des Objektes identifiziert werden;
 - c) Berechnung einer kombinierten zweidimensionalen Darstellung durch
10 Abbildung der zwei oder mehr Bilddatensätze (1, 3, 4, 5) gemäß der zuvor definierten Abbildungsvorschrift auf die gemeinsame Darstellungsebene (8).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zur Definition der Abbildungsvorschrift ein durch eine gekrümmte Oberfläche begrenztes Objektvolumen (7) ermittelt wird, in welchem
15 die zu identifizierenden anatomischen Merkmale (2) des Objektes enthalten sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei gemäß der Abbildungsvorschrift bei der Berechnung der zweidimensionalen Darstellung eine Projektion der in dem Objektvolumen (7) enthaltenen Bildinformationen der Datensätze (1, 3, 4, 5) berechnet wird.
20
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei zur Berechnung der zweidimensionalen Darstellung nicht-kartesischen Oberflächenkoordinaten (U, φ) des Objektvolumens (7) kartesische Koordinaten innerhalb der Darstellungsebene (8) zugeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei wenigstens ein Bilddatensatz morphologische Bildinformationen des anatomischen Objektes und wenigstens ein weiterer Bilddatensatz (3, 4, 5) funktionale Bildinformationen in Bezug auf das anatomische Objekt umfasst.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die funktionalen Bildinformationen durch Auswertung von Zeitreihen von morphologischen Bilddaten des anatomischen Objektes gewonnen werden.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei wenigstens einer der Bilddatensätze (3, 4, 5) wenigstens eine Schichtaufnahme des anatomischen Objektes umfasst.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Bilddatensätze mittels Computertomographie, magnetischer Resonanz oder Ultraschall aufgenommen werden.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Bilddatensätze mit verschiedenen Bildgebungsmodalitäten aufgenommen werden.
10. Diagnostisches Bildgebungsgerät mit Aufnahmemitteln (18, 20) zur Aufnahme von dreidimensionalen Bilddatensätzen eines anatomischen Objektes (2), und mit Computermitteln (16, 21) zur Visualisierung der Bilddaten, wobei die Computermittel (16, 21) eine Programmsteuerung aufweisen, mittels welcher ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausführbar ist.
- 20 11. Computerprogramm für ein diagnostisches Bildgebungsgerät, wobei durch das Computerprogramm auf den Computermitteln (16, 21) des Bildgebungsgerätes ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 implementiert wird.
- 25

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren zur computergestützten Visualisierung von diagnostischen Bilddaten

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur computergestützten Visualisierung eines dreidimensionalen anatomischen Objektes, wobei zunächst zwei oder mehr diagnostische
- 5 Bilddatensätze (1, 3, 4, 5) des Objektes aufgenommen werden. Danach erfolgt die Definition einer Abbildungsvorschrift zur Abbildung der Bilddaten (1, 3, 4, 5) auf eine zweidimensionale Darstellungsebene (8), wobei zur Definition der Abbildungsvorschrift in wenigstens einem der Bilddatensätze (1) anatomische Merkmale (2) des
- 10 Objektes identifiziert werden. Schließlich wird eine kombinierte zweidimensionale Darstellung durch Abbildung der zwei oder mehr Bilddatensätze (1, 3, 4, 5) gemäß der zuvor definierten Abbildungsvorschrift auf eine gemeinsame Darstellungsebene (8) berechnet.

Fig. 1

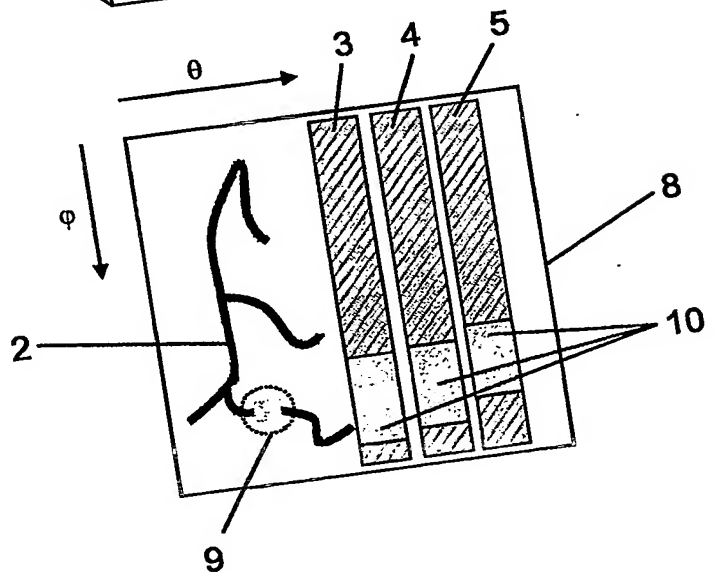
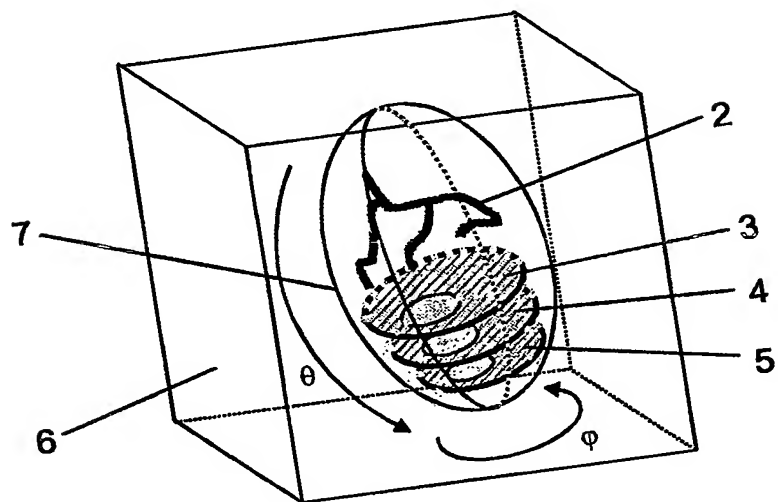
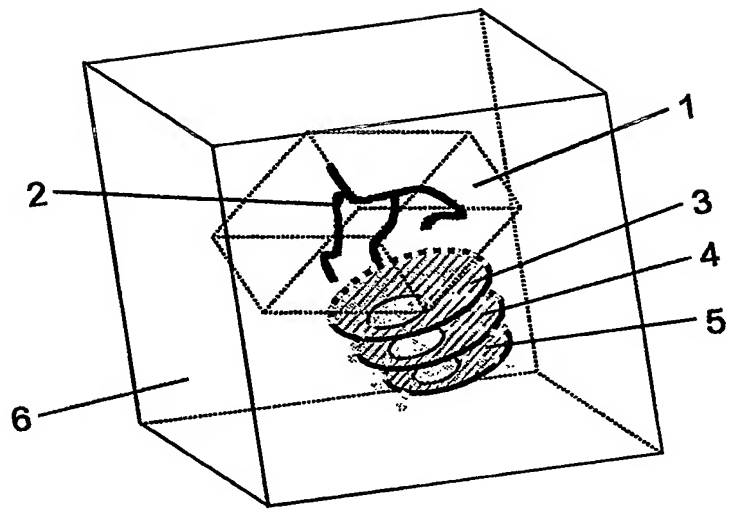
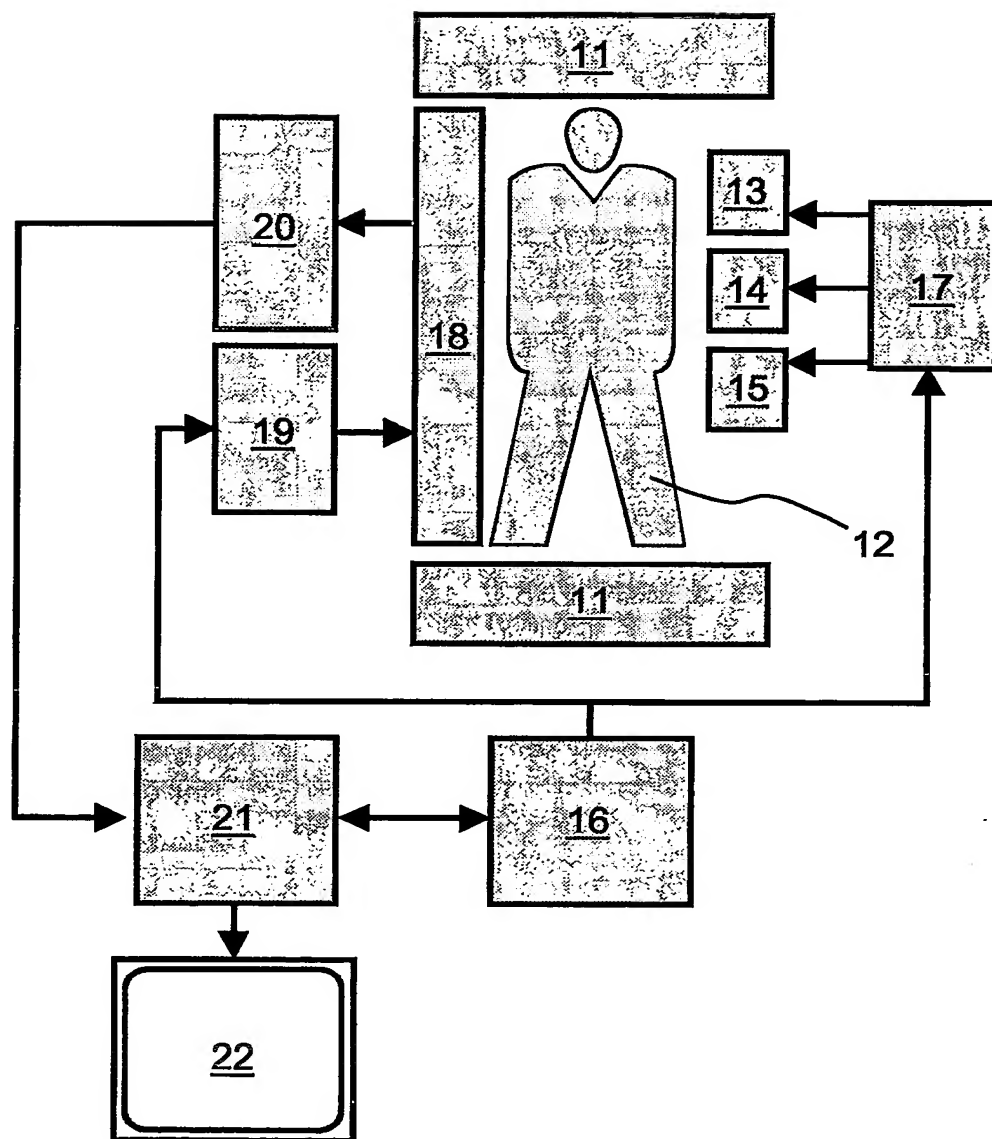


Fig.

**Fig. 2**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.